

## 明 細 書

## ポリウレタンモールドフォームの製造方法及びポリウレタンモールドフォーム

## 技術分野

- 5 本発明は、ポリウレタンモールドフォーム、特に、有効圧縮率などの圧縮時のエネルギー性能に優れたポリウレタンモールドフォームの製造方法及びその方法により得られたポリウレタンモールドフォームに関する。

## 背景技術

- 10 ポリウレタンモールドフォーム中のセルは、成形時に発生する気泡の浮力や発泡成長によって、成形時の重力方向に沿って長い縦長の形状に形成される。このようなポリウレタンモールドフォームの圧縮に対する有効圧縮率は、セルの長径方向の方がセルの短径方向より高いため、特に、エネルギー吸収材用などに用いるものでは、使用時に加重がかかる方向をセルの長径方向（成形時の重力方向）  
15 に合わせて成形されるのが一般的である。

- しかしながら、このようなポリウレタンモールドフォームは、セルの長径方向の圧縮に対する有効圧縮率は高いが、短径方向の圧縮に対する有効圧縮率は、長径方向に比べ極端に低くなってしまい、ポリウレタンモールドフォームが複数の方向から圧縮される場合には、十分なエネルギー性能を与えられないという問題  
20 がある。

- また、エネルギー吸収材用途などで用いられるポリウレタンモールドフォームの中で、シート状フォームなど厚さに対して長さや幅が大きい薄長物と呼ばれるものは、通常、加重方向が厚さ方向になるようにして使用されるが、このようなフォームを成形する場合、成形材料の発泡成長方向が、フォームの長さ方向や幅  
25 方向となるため、この発泡成長の影響を大きく受けて、気泡がフォームの長さ方向や幅方向に広がってしまい、フォーム中に形成されたセルが横長の形状となってしまう。そのため、フォーム使用時の加重方向がセルの短径方向となってしまう、十分なエネルギー性能を得ることができないという問題があった。

## 発明の開示

本発明は、上記事情に鑑みなされたものであり、有効圧縮率などの圧縮時のエネルギー性能に優れたポリウレタンモールドフォームの製造方法及びその方法により得られたポリウレタンモールドフォームを提供することを目的とする。

5     本発明者は、上記目的を達成するため鋭意検討を重ねた結果、フリー発泡させて得られるフォーム内に形成されるセルのアスペクト比が1～2.5であるポリウレタンフォーム材料をモールドに形成されたキャビティ内に注入して、発泡させると、この発泡時に発生する気泡が、重力や発泡成長の影響を受けにくく、異方性の小さい気泡となり、その結果、得られるポリウレタンモールドフォームの  
10   セルの長径と短径との比が小さくより球形に近い形状となるため、短径方向の圧縮に対する有効圧縮率が改善され、ポリウレタンモールドフォームが、複数の圧縮方向に対してもほぼ同等の有効圧縮率を示すエネルギー特性に優れたものとなること、特に、シート状フォームなどの厚さに対して長さや幅が大きい薄長物と呼ばれるポリウレタンモールドフォームの場合、フォームの長さ方向や幅方向へ  
15   の気泡の成長が抑制され、異方性の小さい気泡となり、その結果、得られるポリウレタンモールドフォームのセルの長径と短径との比が小さくより球形に近い形状となるため、短径方向の圧縮に対する有効圧縮率が改善され、ポリウレタンモールドフォームが、厚さ方向に対しても高い有効圧縮率を示すエネルギー性能に優れたものとなることを見出し、本発明をなすに至った。

20   即ち、本発明は、ポリウレタンフォーム材料をモールドに形成されたキャビティ内に注入し、これを発泡させて成形するポリウレタンモールドフォームの製造方法であって、ポリウレタンフォーム材料として、フリー発泡させて得られるフォーム内に形成されるセルのアスペクト比が1～2.5であるポリウレタンフォーム材料を用いることを特徴とするポリウレタンモールドフォームの製造方法及  
25   びその方法により得られたことを特徴とするポリウレタンモールドフォームを提供する。

本発明によれば、有効圧縮率などの圧縮時のエネルギー性能に優れたポリウレタンモールドフォームを提供することができる。

### 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明につき更に詳述する。

本発明のポリウレタンモールドフォームの製造方法は、ポリウレタンフォーム材料をモールドに形成されたキャビティ内に注入し、これを発泡させて成形することによりポリウレタンモールドフォームを製造するものであり、上記ポリウレタンフォーム材料として、フリー発泡させて得られるフォーム内に形成されるセルのアスペクト比が1～2.5であるポリウレタンフォーム材料を用いるものである。

このようなポリウレタンフォーム材料を用い、これをモールドに形成されたキャビティ内に注入して、発泡させて成形することにより、有効圧縮率などの圧縮時のエネルギー性能に優れたポリウレタンモールドフォームを得ることができ、特に硬質ポリウレタンモールドフォーム、とりわけエネルギー吸収材用の硬質ポリウレタンモールドフォームの製造方法として好適である。

本発明においてフリー発泡とは、重力に対向する方向のみが開放されている容器、例えば、上面が開口した立方体の容器（側面及び底面の5面からなる）にポリウレタンフォーム材料を注入して発泡させるものであり、本発明においては、ポリウレタンフォーム材料として、このようなフリー発泡により得られるフォーム内のセルのアスペクト比、即ち、長径に対する短径の比が1～2.5、好ましくは1～2となるポリウレタンフォーム材料を用いる。

このようなポリウレタンフォーム材料としては、フリー発泡により硬化したときに形成されるセルのアスペクト比が上記範囲になるものであれば特に限定されないが、例えば以下に示すような、ポリオール成分、整泡剤、触媒、水及びイソシアネート成分を含有するものが挙げられる。

ポリウレタンフォーム材料中のポリオール成分としては、例えば、ポリエーテルポリオール、ポリエステルポリオール、ポリマーポリオールなどが挙げられるが、特に、ショ糖ベースポリオールを40～100質量%、好ましくは50～90質量%、芳香族アミン系ポリオールを0～40質量%、好ましくは0～20質量%、特に好ましくは0～10質量%、脂肪族アミン系ポリオールを0～60質量%、好ましくは10～50質量%、特に好ましくは20～40質量%含有する

ポリエーテルポリオール混合物を用いることが好ましい。ショ糖ベースポリオールが40質量%未満では、得られるポリウレタンフォームの骨格が弱くなり、寸法安定性が低下するばかりでなくアスペクト比も高くなる傾向にある。芳香族アミン系ポリオールが40質量%を超える場合は、活性が高くなりすぎてアスペクト比が大きくなるばかりでなく、膨れ等が発生して成形性（寸法安定性）が低下するおそれがある。また、脂肪族アミン系ポリオールが60質量%を超える場合は、活性が高くなりすぎてアスペクト比が大きくなるばかりでなく、膨れ等が発生して成形性（寸法安定性）が低下するおそれがある。

上記ショ糖ベースポリオールとしてはシュクロースベースポリオール、芳香族アミン系ポリオールとしてはTDA（トリレンジアミン）系ポリオール、脂肪族アミン系ポリオールとしてはモノエタノールアミン系ポリオール等が挙げられる。

また、整泡剤としては、例えば、シリコーン系整泡剤を使用することが好ましい。このような整泡剤としては、L5340（日本ユニカー社製）、SZ1605（日本ユニカー社製）、BY10-540（東レ・ダウコーニング・シリコーン社製）などが挙げられるが、特に、表面張力が22mN/m以上、好ましくは25mN/m以上のものを用いることが好ましい。

なお、整泡剤の配合量は、特に制限されるものではないが、ポリオール100質量部に対して10質量部以下、特に2質量部以下とすることが好ましい。なお、整泡剤の配合量の下限は、特に限定されるものではないが、ポリオール100質量部に対して0.01質量部以上であることが好ましい。

触媒は、ポリウレタンフォーム用として常用のものが使用可能であり、特に限定されないが、例えば、触媒としてはトリエチレンジアミン、ジエタノールアミン等のアミン触媒を使用することができる。このような触媒としては、TEDA-L33、TOYOCAT-ET、TOYOCAT-TRC（いずれも東ソー社製）などの市販品を使用し得る。これらの配合量も特に限定されないが、上記ポリオール100質量部に対して0.1～5質量部とすることが好ましい。

また、水の配合量は常用量とすることができ、上記ポリオール100質量部に対して0.1～10質量部とすることが好ましい。

一方、ポリウレタンフォーム材料中のイソシアネート成分としては、ポリウレタン原料として用いられる常用のイソシアネートを用いることができ、特に限定されず、例えば、トリレンジイソシアネート（TDI）、ジフェニルメタンジイソシアネート（MDI）又はこの両方を用いることができるが、特に、MDIを用いることが好ましい。MDIとしては、純（ピュア）MDI（4，4′-MDI）、粗（クルード）MDIのいずれをも好適に用いることができる。このようなMDIとしては、市販品を使用し得、例えば、スミジュール44V20（住友バイエルウレタン製 クルードMDI）等を用いることができる。

また、ポリウレタンフォーム材料中のイソシアネートの配合量は、ポリウレタンフォーム材料中のイソシアネートインデックスが100～200、特に110～150となる量とすることが好ましい。

なお、本発明のポリウレタンフォーム材料には、必要に応じて、更に、顔料、フィラー等の各種充填材、難燃剤、老化防止剤、酸化防止剤等を配合することが可能である。

本発明において、上述したようなポリウレタンフォーム材料をモールドに形成されたキャビティ内に注入し、これを発泡させて成形する方法、即ち、モールド成形の方法については、特に限定されず、常法を適用しうるが、発泡成形時のライズタイムが10～180秒であることが好ましい。発泡成形時のライズタイムがこのような範囲のものであれば、発泡時に発生する気泡が、重力や発泡成長の影響を受けにくく、特に異方性（即ち、長径と短径との比）の小さい気泡となるため好ましい。

本発明のポリウレタンモールドフォームの製造方法は、特に限定されるものではないが、厚さに対して長さや幅が大きい部分を有するポリウレタンモールドフォーム、特に、実際にフォームを使用する際の加重方向がフォームの厚さ方向になるようなもの、例えばシート状のポリウレタンモールドフォームの製造方法として好適である。本発明のポリウレタンモールドフォームの製造方法では、発泡形成時に発生する気泡の長さ方向や幅方向への成長が抑制されるため、生成する気泡は異方性（長径と短径との比）が小さいものとなり、その結果、得られるポリウレタンモールドフォームのセルの異方性が小さくより球形に近い形状となる

ため、厚さ方向に対しても高い有効圧縮率を示すエネルギー性能に優れたものとして  
することができ好適である。

この場合、シート状のポリウレタンモールドフォームの厚さは特に限定されない  
いが、従来、厚さが40mm以下のものにおいて、セルの異方性が大きくなる傾  
5 向があり、この厚さの範囲のものに対して特に厚さ方向のエネルギー性能改善の  
効果が大いいため好ましい。

なお、厚さに対して長さや幅が大きい部分を有するポリウレタンモールドフォ  
ームとしては、上記シート状のポリウレタンモールドフォームだけでなく、場所  
によって厚さが異なるものや、部分的に厚さ方向に凹凸があるものなどであって  
10 もよく、フォームの発泡成形時にその発泡がフォームの長さ方向や幅方向に成長  
するような形状のもの、例えば、シート状や短冊状のもの、特に、フォームの発  
泡形成時の重力方向を厚さ方向としたときの厚さ方向の投影面積をC、厚さをh  
としたとき、 $C/h^2 \geq 2$ を満たすような形状のものでもよく、本発明はこのよ  
うな形状のポリウレタンモールドフォームの製造方法として好適である。

15 以下、実施例及び比較例を挙げて本発明を具体的に説明するが、本発明は下記  
実施例に限定されるものではない。

#### [実施例1、比較例1、2]

ポリオール（PPG）、難燃剤、整泡剤、触媒、水、フィラー及びクルードMDI（C-MDI）を、表1に示す量で配合したポリウレタンフォーム材料を、  
20 モールドに形成されたキャビティ内に注入し、これを発泡させて長さ250mm、  
幅30mm、厚さ10mmのシート状に厚さ方向を重力方向として成形してポリ  
ウレタンモールドフォームを得、シートの厚さ方向の有効圧縮率を測定した。

また、各々のポリウレタンフォーム材料をフリー発泡させて得られたフォーム  
中のセルのアスペクト比、及び得られたポリウレタンモールドフォームの有効圧  
25 縮率を表1に併記する。なお、有効圧縮率の評価方法、フリー発泡の方法及びア  
スペクト比は以下のとおりである。

#### 有効圧縮率

ポリウレタンフォームを圧縮し、ポリウレタンフォームの圧縮率が20%の  
きに受ける応力の1.5倍の応力を受けたときの圧縮率。

フリー発泡

上面が開口した立方体容器（一辺の長さ 25 cm）にポリウレタンフォーム材料を注入して温度  $23 \pm 5^\circ\text{C}$  で発泡させる。

アスペクト比

- 5 フリー発泡で得られたポリウレタンフォームのセルの、発泡時の水平方向の径  $a$  に対する重力方向の径  $b$  の比（ $b/a$ ）。

[表 1]

配合量[質量部]	実施例 1	比較例 1	比較例 2
PPG	100	100	100
難燃剤	10	10	10
整泡剤-1	0	1	0
整泡剤-2	1	0	0
整泡剤-3	0	0	1
触媒-1	1	1	1
触媒-2	0.1	0.1	0.1
触媒-3	0.5	0.5	0.5
水	2	2	2
フィラー	30	30	30
C-MDI	下記イソシアネートインデックスに相当する量		
イソシアネートインデックス	110	110	110
フリー発泡時のセルのアスペクト比	2	6	4
有効圧縮率[%]	55	40	50

PPG: OHV420 粘度  $8000\text{ mPa}\cdot\text{s}$   $f=4.1$   $MW=550$

- 10 シュークローズベースポリオール 40%、TDA系ポリオール 30%、モノエタノールアミン系ポリオール 30% 含有

難燃剤: TMCP (大八化学社製)

整泡剤-1: L5340 (日本ユニカー社製) 表面張力  $21.1\text{ mN/m}$  ( $25^\circ\text{C}$ )

- 15 整泡剤-2: SZ1605 (日本ユニカー社製) 表面張力  $26.3\text{ mN/m}$  ( $25^\circ\text{C}$ )

整泡剤-3: BY10-540 (東レ・ダウコーニング・シリコン社製) 表面張力  $23.9\text{ mN/m}$  ( $25^\circ\text{C}$ )

触媒－１：TEDA－L 3 3（東ソー社製）

触媒－２：TOYOCAT－ET（東ソー社製）

触媒－３：TOYOCAT－TRC（東ソー社製）

フィラー：ホワイトンSB－赤（白石カルシウム社製）

5 C－MDI：スミジュール44V20（住化バイエルウレタン社製）



## 請求の範囲

1. ポリウレタンフォーム材料をモールドに形成されたキャビティ内に注入し、これを発泡させて成形するポリウレタンモールドフォームの製造方法であって、ポリウレタンフォーム材料として、フリー発泡させて得られるフォーム内に形成されるセルのアスペクト比が1～2.5であるポリウレタンフォーム材料を用いることを特徴とするポリウレタンモールドフォームの製造方法。
2. 上記ポリウレタンフォーム材料が、ポリオール成分、イソシアネート成分及びシリコーン系整泡剤を配合してなることを特徴とする請求項1記載のポリウレタンモールドフォームの製造方法。
3. 上記シリコーン系整泡剤の配合量が、ポリオール100質量部に対して10質量部以下であることを特徴とする請求項2記載のポリウレタンモールドフォームの製造方法。
4. 上記ポリオール成分が、ショ糖ベースポリオールを40～100質量%、芳香族アミン系ポリオールを0～40質量%及び脂肪族アミン系ポリオールを0～60質量%で含有するものであることを特徴とする請求項2又は3記載のポリウレタンモールドフォームの製造方法。
5. 上記ポリウレタンが、硬質ポリウレタンであることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項記載のポリウレタンモールドフォームの製造方法。
6. 上記ポリウレタンモールドフォームが、エネルギー吸収材用であることを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項記載のポリウレタンモールドフォームの製造方法。
7. 上記ポリウレタンモールドフォームが、シート状フォームであることを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1項記載のポリウレタンモールドフォームの製造方法。
8. 上記シート状フォームの厚さが40mm以下であることを特徴とする請求項7記載のポリウレタンモールドフォームの製造方法。
9. 請求項1乃至8のいずれか1項記載の製造方法により得られたことを特徴とするポリウレタンモールドフォーム。